

RISIKO KESEHATAN PAPARAN KERJA TERHADAP BAHAN KIMIA BERACUN DI TEMPAT KERJA TAMBANG BATUBARA

Widatul Jannah *¹

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
wirdatulj11@gmail.com

Susilawati

Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
susilawati@uinsu.ac.id

ABSTRACT

Mining is the most dangerous occupational sector in the world. Based on statistical data from the Ministry of Energy and Mineral Resources, during 2019 there were mining accidents which resulted in the death of 24 people, 105 workers heavy and 28 workers light. The cause of work accidents in the workforce is related to exposure to underground mining toxic gases. This study used the Literature Review (LR) methodology where the data source was obtained from "Scopus" with search keywords the year of publication was limited from 2019 - 2023. From a literature review, predeposition factors consisting of age, work experience, work location and body parts have an effect on work accidents in workers, risk assessment factors are the most important factors applied to prevent work accidents in the workplace and the role of the company in influencing work accidents. Based on the research questions, it can be concluded that the causes of work accidents include: lack of knowledge and motivation in using personal protective equipment and not carrying out work permit compliance procedures, not using personal protective equipment and not having a work permit socialization. Factors such as worker age, work experience are not positively correlated with work accidents while work location and body parts influence the causes of work accidents. Risk assessment factors can be carried out to minimize the occurrence of work accidents. In addition, it is known that many companies have prioritized safety issues as evidenced by the many studies conducted by companies to prevent work accidents in the workforce.

Keywords: work system, predeposition factors, management role, underground mining, toxic gas

ABSTRAK

Pertambangan adalah sektor pekerjaan yang paling berbahaya di dunia. Berdasarkan data statistik dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, selama tahun 2019 telah terjadi kecelakaan tambang yang berakibat kematian sejumlah 24 jiwa, berat 105

¹ Korespondensi Penulis

pekerja dan ringan 28 pekerja. Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan gambaran faktor predeposisi sebagai penyebab langsung dan pengaruh sistem kerja yang menjadikan penyebab kejadian kecelakaan kerja pada tenaga kerja berkaitan dengan paparan gas beracun tambang bawah tanah. Penelitian ini menggunakan metodologi Literature Review (LR) dimana sumber data diperoleh dari “Scopus” dengan keywords pencarian tahun publikasi dibatasi dari tahun 2019 – 2023. Dari kajian literatur faktor predeposisi yang terdiri dari faktor usia, pengalaman kerja, lokasi kerja dan bagian tubuh berpengaruh terhadap kecelakaan kerja pada tenaga, faktor penilaian risiko menjadi faktor yang paling penting diterapkan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja di tempat kerja serta peran perusahaan berpengaruh terhadap terjadinya kecelakaan kerja. Berdasarkan pertanyaan penelitian maka dapat disimpulkan bahwa yang menjadi penyebab terjadinya kecelakaan kerja antara lain: kurangnya pengetahuan dan motivasi dalam penggunaan alat pelindung diri serta tidak melaksanakan prosedur kepatuhan izin kerja, tidak menggunakan alat pelindung diri dan tidak adanya sosialisasi izin kerja. Faktor seperti umur pekerja, pengalaman kerja tidak berkorelasi positif dengan kecelakaan kerja sedangkan lokasi kerja dan bagian tubuh berpengaruh terhadap penyebab terjadinya kecelakaan kerja. Faktor penilaian risiko dapat dilakukan untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan kerja. Selain itu, diketahui bahwa banyak perusahaan yang sudah memprioritaskan masalah keselamatan terbukti dengan banyaknya penelitian yang dilakukan perusahaan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja pada tenaga kerja.

Kata kunci: sistem kerja, faktor predeposisi, peran manajemen, tambang bawah tanah, gas beracun.

PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, seiring dengan perkembangan perekonomian nasional, permintaan batubara terus meningkat. Namun, teknologi penyaringan dan pengolahan batu bara Indonesia masih pada tingkat rendah, debunya sangat serius, mencemari lingkungan secara serius, mengancam kesehatan masyarakat, menghambat perkembangan ekonomi Indonesia. Ratusan juta pekerja yang terpapar debu di seluruh dunia terpapar risiko pneumokoniosis pada pekerja batu bara, dan situasinya lebih serius di negara berkembang. Batubara memainkan peran penting dalam struktur energi Indonesia dan memainkan peran penting dalam ekonomi dan pembangunan Indonesia. Ada banyak tambang batu bara dan banyak karyawan di Indonesia, sehingga kejadian penyakit paru-paru di Indonesia sangat tinggi. Aliran udara yang diinduksi yang dihasilkan oleh transportasi batubara adalah salah satu penyebab utama debu pada titik transfer mengalir setelah bahan karbon jatuh, dan udara di sekitarnya akan bergerak bersama bahan karbon. Debu di tengah diendapkan oleh tekanan negatif dan berdifusi ke udara sekitar.

Metode evaluasi ilmiah untuk konstruksi baru, perluasan, rekonstruksi, dan proyek konstruksi lainnya adalah arah penelitian personel layanan teknis perawatan kesehatan

industri. Penetapan model penilaian risiko yang tepat dan analisis komprehensif dari berbagai aspek dapat memperbaiki masa lalu. Dengan menggunakan tingkat paparan (termasuk Mac, STEL, dan TWA) dalam periode waktu yang berbeda, kami dapat menilai cacat yang disebabkan oleh opini tempat kerja yang lebih objektif, ilmiah, dan komprehensif. Kami dapat mengevaluasi pekerjaan secara lokal, dan memberikan dasar ilmiah untuk manajemen kesehatan tenaga kerja untuk memenuhi perkembangan kesehatan tenaga kerja saat ini di Indonesia. *Kebutuhan.*

Dalam studi penilaian risiko kesehatan paparan kerja terhadap zat beracun, studi (Fan and Xu 2021) menyelidiki kandungan hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH) di lingkungan kerja lokasi industri pitch tar batubara, dan mengevaluasi pekerja risiko kesehatan kerja. Metodenya mengambil perusahaan lapangan tar batubara sebagai objek penelitian, dan melakukan penyelidikan dan pemeriksaan kesehatan kerja di tempat. Dia menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi (HPLC) untuk mendeteksi 16 jenis hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH) dalam sampel. Pada saat yang sama, ia menganalisis dosis PAH yang terpapar pada pekerja lapangan, dan menggunakan metode ekuivalen toksisitas kumulatif, metode kehilangan harapan hidup, dan metode faktor risiko karsinogenik untuk mengevaluasi risiko kesehatan kerja pekerja. Keakuratan metodenya tidak tinggi.

Produksi dan bahaya dari lima jenis gas beracun dan berbahaya di tambang batu bara, dan juga menjelaskan bahaya debu. Studi ini juga menjelaskan isi penilaian manajemen risiko, pembentukan model matematis dan evaluasi komprehensif. Dalam penelitian ini, empat area penambangan lingkungan tambang dan kondisi fisik karyawan sebagai objek penelitian, dengan menggunakan metode pengambilan sampel debu dan penetapan kriteria penilaian bahaya kerja untuk penilaian risiko. Dikombinasikan dengan eksperimen, dilakukan analisis dampak risiko, analisis tren perubahan konsentrasi debu, hasil pengukuran konsentrasi debu, dan analisis penilaian risiko berbagai jenis pekerjaan. (Mondou et al. 2021)

Bahan beracun dan model penilaian risiko pembelajaran mendalam dari tambang batubara Menghasilkan gas beracun dan berbahaya Sumber karbon monoksida semprot Tambang Batubara, pembakaran spontan batu bara, api, ledakan gas, debu batu bara ledakan, dll. Sumber hidrogen sulfida ada di lapisan batubara. Saat batu bara jatuh, ia melepaskan hidrogen sulfida gas. Bahan korosif akan melepaskan gas hidrogen sulfida. Sulfida akan menguraikan gas hidrogen sulfida setelah kontak dengan air. Oksidasi dan pembakaran mineral akan melepaskan gas hidrogen sulfida.

Sumber nitrogen dioksida akan dihasilkan oleh peledakan bawah tanah di tambang batubara. Sumber sulfur dioksida: batubara yang mengandung sulfur dihasilkan dari oksidasi, pembakaran spontan batubara, dan dihasilkan dari peledakan lapisan batubara

yang mengandung belerang. Sumber karbon dioksida Respirasi pekerja, pelepasan, inheren batubara, lapisan batubara atau oksidasi batuan, bahan organik oksidasi, peledakan bawah tanah, pembakaran api, dekomposisi karbonatit dan air, pembakaran alami batubara, ledakan gas, ledakan debu batubara, tanaman. Selain itu, beberapa lapisan batu bara terus mengeluarkan gas karbon dioksida, atau mengeluarkan gas karbon dioksida yang menyebabkan kecelakaan. (Darda et al. 2023)

Bahaya gas beracun dan berbahaya Ada banyak gas beracun dan berbahaya di lingkungan kerja bawah tanah industri batubara, seperti karbon monoksida, nitrogen dioksida, hidrogen sulfida, karbon dioksida, dan gas. Karbon monoksida: sifat fisiknya tidak berwarna, tidak berbau, tidak berbau, lebih ringan dari udara, tidak larut dalam air, tetapi mudah larut dalam amonia, tidak bereaksi dengan asam dan alkali, sejumlah kecil diserap oleh karbon aktif, terbakar dengan api biru, sangat beracun. dalam perjalanan. Helium dari sel pengangkut oksigen dalam tubuh manusia bergabung dengan karbon monoksida dengan sangat mudah.

Kapasitas pengikatan karbon monoksida adalah 250-300 kali lipat dari oksigen. Oleh karena itu, tubuh manusia menghirup karbon monoksida, helium hampir bergabung, tidak dapat mengangkut oksigen. Ketika konsentrasi karbon monoksida di udara kematian asfiksia adalah 0,08%, tubuh manusia di lingkungan akan menyebabkan pusing dan muntah setelah 40 menit. Ketika konsentrasi karbon monoksida di udara adalah 0,32%, tubuh manusia akan pusing dan pusing setelah 5~10 menit di lingkungan. Gejala muntah dan muntah, jika terpapar lingkungan selama 30 menit, dapat menyebabkan koma atau kematian. Jika konsentrasi karbon monoksida di udara mencapai 0,4%, orang akan kehilangan kesadaran dan meninggal dalam waktu singkat.

Orang yang meninggal karena keracunan ditandai dengan bibir dan wajah berwarna merah muda, bintik-bintik merah kecil di bawah kulit paha dan ketiak. Konsentrasi karbon monoksida di tambang batubara tidak boleh melebihi 0,0024%. Nitrogen dioksida: sifat fisiknya adalah gas merah coklat, dengan bau menyengat yang kuat, kerapatan relatifnya adalah 1,59, larut dalam air, lebih berat dari udara, terletak di bawah jalan. Nitrogen dioksida larut dalam air dan bereaksi membentuk asam nitrat. Asam nitrat sangat korosif dan beracun. Dapat menyebabkan rangsangan yang kuat dan kerusakan korosif pada mata, saluran pernapasan dan paru-paru, dan menyebabkan edema paru, penyakit jantung paru dan penyakit lainnya. Proses Tidak keracunan akan tertunda dan akan menyerang setelah 4-6 jam. Gejala keracunan berupa bercak kuning pada jari yang harus diperhatikan.

Gas murni nitrogen dioksida berwarna coklat kemerahan. Terlihat putih saat ditiup angin, dan berbau menyengat. Ketika konsentrasi nitrogen dioksida di udara adalah 0,01%, itu akan menyebabkan keracunan yang serius. Ketika konsentrasi nitrogen dioksida di udara 0,025%, ia akan mati dalam waktu singkat. Konsentrasi nitrogen dioksida di tambang

batubara bawah tanah tidak boleh melebihi 0,00025%. Belerang dioksida: sifat fisik tidak berwarna, belerang kuat dan rasa asam, kerapatan relatif 2,22, larut dalam air, lebih berat dari udara, terletak di bawah jalan. Ketika belerang dioksida dilarutkan dalam air, itu akan menghasilkan reaksi asam sulfat, yang dapat menyebabkan iritasi parah pada mata dan saluran pernapasan manusia. (Carlson et al. 2023)

Bila konsentrasi sulfur dioksida di udara 0,002%, maka akan menyebabkan iritasi dan nyeri pada mata dan saluran pernafasan; ketika konsentrasi nitrogen dioksida di udara adalah 0,05%, itu akan menyebabkan edema paru dan bronkitis, dan kasus yang serius akan mati. Konsentrasi sulfur dioksida di tambang batubara tidak boleh melebihi 0,0005%. Hidrogen sulfida: ciri fisik tidak berwarna, sedikit manis, rasa telur busuk, kerapatan relatif 1,19, mudah terbakar, kelarutan air, lebih berat dari udara, di bawah jalan. Ketika konsentrasi kisaran penciuman melebihi 0,0001%, terutama dalam kasus konsentrasi tinggi, kelumpuhan penciuman tidak memiliki rasa.

Hidrogen sulfida sangat beracun. Setelah menghirup hidrogen sulfida, ia masuk ke dalam darah dari paru-paru. Sebagian dioksidasi oleh garam sulfida, dan bagian yang tidak teroksidasi berbahaya bagi tubuh manusia. Ada kelembapan di permukaan selaput lendir manusia. Hidrogen sulfida mudah larut membentuk natrium sulfida, yang dapat menyebabkan iritasi dan merusak selaput lendir serta menyebabkan radang mata, radang saluran pernapasan, dan edema paru. Hidrogen sulfida juga bereaksi dalam tubuh manusia, sehingga Spirulina tidak mengalami biooksidasi dan dapat menyebabkan hipoksia. (Colbourne et al. 2022)

Jika konsentrasi hidrogen sulfida di udara mencapai 45,5%, maka akan menjadi penyebab ledakan. Jika konsentrasi hidrogen sulfida di udara adalah 0,005–0,01%, maka akan mengiritasi mata dan saluran pernapasan setelah 1,2 jam; jika konsentrasi hidrogen sulfida di udara adalah 0,01%, ia akan mati dalam waktu singkat. Konsentrasi hidrogen sulfida di tambang batubara tidak boleh melebihi 0,00066%. Karbon dioksida: sifat fisiknya tidak berwarna, sedikit asam, dengan kerapatan relatif 1,52, mudah terbakar, mudah larut dalam air, di lereng bawah jalan dan terowongan. Jika konsentrasi karbon dioksida di paru-paru meningkat, konsentrasi asam dalam darah meningkat, merangsang pusat pernapasan. (Colbourne et al. 2022)

Ketika konsentrasi karbon dioksida di udara adalah 1%, kecepatan pernapasan manusia akan meningkat. Ketika konsentrasi karbon dioksida di udara adalah 5%–8%, itu lebih dari dua kali kecepatan pernapasan manusia. Jika konsentrasi karbon dioksida di udara melebihi 10%, dapat menyebabkan koma atau kematian. Gejalanya adalah merah ungu di wajah dan mulut, bercak ungu di paha dan ketiak. Batas konsentrasi karbon dioksida di tambang batubara bawah tanah: konsentrasi karbon dioksida yang mengalir di udara di pintu masuk muka pertambangan kurang dari 0,5%, konsentrasi arus balik di muka

pertambangan kurang dari 1,5%, dan konsentrasi penuh terowongan gas kembali kurang dari 0,75%. (Colbourne et al. 2022)

Menghasilkan dan merusak debu Pembentukan debu Debu yang dihasilkan dalam teknik pertambangan secara kolektif disebut sebagai debu tambang batubara. Pada proses penghancuran, pemuatan batu bara, pengangkutan batu bara, dan pengangkatan beton penyemprotan, serbuk yang beterbangan saat peledakan lapisan batu bara menjadi penyebab. Tambang batu bara yang berbeda memiliki lingkungan geologis, teknologi penambangan, kualitas batu bara dan kualitas debu batu bara yang berbeda. Setelah mempelajari langkah-langkah perlindungan debu, permukaan tambang batubara menghasilkan jumlah debu terbesar, terhitung 45% hingga 80% dari total debu, dan permukaan terowongan menyumbang 20%–38% dari total debu. (Vearrier et al. 2012)

Secara umum, tingkat mekanisasi pekerjaan tambang batu bara berbanding lurus dengan jumlah debu yang dihasilkan. Sebagian besar metode penambangan batubara di Indonesia. adalah tambang bawah tanah. Akibatnya, jumlah debu yang dihasilkan di tempat kerja juga akan meningkat karena terbatasnya tingkat ventilasi oleh dinding batu jalan. Bahaya debu Pneumoconiosis yang disebabkan oleh pekerja yang terpapar debu merupakan resiko yang paling penting bagi tubuh manusia yang disebabkan oleh debu. (Vearrier et al. 2012)

Paru-paru manusia terutama terhirup oleh debu pernapasan saat bekerja, yang menyebabkan fibrosis jaringan. Salah satu penyebab tingginya angka kematian paru-paru adalah meski bisa dicegah, namun tidak bisa disembuhkan. Jika paru-paru tidak dapat disembuhkan, maka metode pembersihan paru-paru dapat meringankan sebagian dari rasa sakit dan gejala pasien, tetapi tidak dapat menyembuhkan paru-paru. Gejala paru-paru pasien serat terutama diwujudkan dalam kompresi dada, nyeri dada, batuk, asma, dan bahkan kelemahan seluruh tubuh, yang pada akhirnya akan menimbulkan rasa sakit. Akibatnya, Anda tidak bisa berbaring, Anda hanya bisa mati berlutut, disertai rasa sakit yang luar biasa. (Hu et al. 2019)

Bahaya utama lain dari debu adalah ledakan debu batu bara. Ledakan debu batu bara dan ledakan gas merupakan bencana utama dalam proses produksi tambang batu bara. Setelah ledakan debu batu bara, itu tidak hanya akan menghasilkan peradangan ledakan maksimum 2000 derajat Celcius, tetapi juga menghasilkan sejumlah besar gas beracun dan berbahaya, dan bahkan ledakan terus menerus akan terjadi dalam kasus yang serius. Dibandingkan dengan ledakan gas, ledakan debu batu bara lebih berbahaya. (Torres, Ruivo, and Machado 2021)

Penilaian manajemen risiko Menurut definisi manajemen risiko, ada tiga aspek. Salah satunya adalah menentukan risiko terlebih dahulu dalam manajemen risiko. Yang disebut penentuan risiko mengacu pada menentukan jenis risiko yang dapat mempengaruhi

keselamatan perusahaan. Yang paling penting adalah mengukur tingkat ketidakpastian dan kerugian yang disebabkan oleh setiap risiko. Kedua, manajemen risiko harus fokus pada manajemen risiko dan menerapkan tindakan pencegahan positif untuk mengelola risiko. Tujuan manajemen risiko harus diwujudkan dengan mengurangi kemungkinan dan cakupan kerugian yang disebabkan oleh risiko. Cara paling efektif untuk mengelola risiko adalah dengan membuat rencana darurat aktual untuk menghadapi risiko maksimum. Jika terjadi risiko, kerugian harus dikendalikan seminimal mungkin sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Yang ketiga adalah manajemen risiko untuk menghindari risiko. Dengan syarat bahwa tujuan produksi keselamatan yang ditetapkan belum diubah, jalur implementasi rencana produksi keselamatan harus diubah untuk menghilangkan manajemen risiko dari faktor risiko tertentu secara fundamental.(Colbourne et al. 2022)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Literature Review. Dengan bantuan metode LR, dimungkinkan untuk melakukan tinjauan sistematis dan identifikasi jurnal, dengan setiap langkah proses yang melibatkan penerapan seperangkat aturan tertentu yang telah ditentukan. Selain itu, metode LR memiliki kemampuan untuk membedakan antara subjektif dan objektif, dengan harapan hasil yang terakhir akan digunakan untuk memperluas literatur tentang penggunaan metode LR di jurnal internasional. Pertanyaan yang digunakan pada penelitian ini dibuat oleh kebutuhan dari topik yang dipilih.

Pertanyaan penelitian yang akan digunakan antara lain mengenai apa saja faktor-faktor penyebab kecelakaan kerja pada tenaga kerja, bagaimana pengaruh faktor usia dan pengalaman, pekerjaan, lokasi, bagian tubuh dengan kecelakaan kerja pada tenaga kerja, sistem kerja (sistem peringatan terhadap gas, sistem ventilasi, penilaian risiko, pelatihan, prosedur dan kepengawasan) berpengaruh terhadap kecelakaan kerja terpapar gas beracun, serta peran perusahaan terhadap terjadinya kecelakaan kerja.

Hasil pencarian dokumen yang terkait dengan topik penelitian yang akan dilakukan melalui <https://scholar.google.com/> dengan keywords pencarian ‘work system, predisposition factor, management role, underground mines, toxic gas’ tahun publikasi dibatasi dari tahun 2019 – 2023 sehingga di dapatkan sejumlah 10 jurnal. Studi literatur merupakan teknik pengumpulan data dalam penelitian ini. Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Teknik ini digunakan karena dapat mendukung tercapainya tujuan penelitian yaitu memberikan pemahaman terkini tentang pengaruh rotasi pekerjaan dalam meningkatkan produktivitas karyawan. Penelitian ini meliputi deskripsi pertanyaan penelitian, strategi pencarian, kriteria inklusi, ekstraksi data, dan kriteria evaluasi menggunakan metode tinjauan pustaka sistematis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Risiko kesehatan paparan kerja terhadap bahan kimia beracun di tempat kerja tambang batubara berdasarkan hasil pencarian Paparan bahan kimia berbahaya, seperti debu batubara yang mengandung bahan kimia berbahaya, dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada pekerja di tambang batubara Kondisi lapangan yang berbahaya dan tindakan kerja yang tidak aman dapat menyebabkan terciptanya kondisi kerja yang tidak aman dan meningkatkan risiko kecelakaan kerja. Paparan bahan kimia berbahaya dapat menyebabkan keracunan, iritasi, dan alergi pada pekerja di tambang batubara. Penggunaan alat pelindung diri (APD) yang tidak memadai dapat meningkatkan risiko paparan bahan kimia berbahaya pada pekerja di tambang batubara. Bahaya kimia mencakup paparan terhadap bahan kimia yang ada di tempat kerja yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti logam berat. (Kwadwo et al. 2022)

Dalam bidang tambang batubara, risiko kesehatan paparan kerja terhadap bahan kimia beracun menjadi penting karena berkaitan dengan keselamatan dan kesehatan kerja pekerja, serta produktivitas dan efisiensi kerja perusahaan. Perusahaan perlu memperhatikan risiko kesehatan paparan kerja terhadap bahan kimia beracun dan menerapkan langkah-langkah yang tepat untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan aman bagi pekerja.

Penilaian risiko kesehatan dan analisis paparan pekerjaan terhadap bahan kimia beracun di tambang batubara. Analisis dampak risiko kesehatan paparan kerja dari berbagai jenis pekerjaan Menurut berbagai jenis paparan debu, penambang batubara dibagi menjadi grup tambang batubara, grup terowongan, dan grup tambahan. Untuk menganalisis pengaruh jenis pekerjaan terhadap fungsi paru, pertama-tama kita harus mempelajari pengaruh usia, masa kerja dan faktor-faktor lain yang berhubungan dengan fungsi paru. Oleh karena itu, berdasarkan jenis pekerjaan yang berbeda, perlu dianalisis apakah terdapat perbedaan usia, masa kerja dan pengalaman merokok. Karena usia dan masa kerja merupakan data kuantitatif yang kontinu, analisis dilakukan dengan menggunakan analisis dispersi, dan kesimpulannya adalah bahwa perbedaan usia antar jenis pekerjaan tidak signifikan.

Perbedaan durasi antara jenis pekerjaan tidak signifikan secara statistik. Karena pengalaman merokok merupakan data variabel hierarkis, uji chi square digunakan dalam analisis, dan ditemukan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan dalam pengalaman merokok antara berbagai jenis pekerjaan ($P > 0,05$). Kapasitas pernapasan paksa FVC, jumlah pernapasan paksa/detik (FEV₁). Analisis berbagai jenis penambang pada fungsi paru-paru menunjukkan bahwa berbagai jenis penambang memiliki tingkat kerusakan fungsi paru yang berbeda.

Disfungsi paru yang paling serius ditemukan pada kelompok pekerja tambang batu bara, diikuti oleh kelompok pembantu. Melalui analisis dispersi, perbedaan FCC antara berbagai jenis pekerjaan tidak signifikan secara statistik ($P > 0,05$), tetapi perbedaan FEV₁ dan FEV₁/FVC secara statistik signifikan ($P < 0,05$) konsentrasi rata-rata tertimbang waktu (CTWA) dan konsentrasi paparan jangka pendek/konsentrasi rata-rata tertimbang waktu yang diijinkan dari konsentrasi debu yang dapat terhirup di tempat kerja kelompok pertambangan batubara lebih tinggi daripada kelompok penggerak dan kelompok pembantu (untuk bahan kimia faktor berbahaya tanpa PC-STEL, dengan syarat memenuhi konsentrasi rata-rata tertimbang waktu 8 jam), konsentrasi paparan dalam waktu singkat (15 menit) tidak boleh melebihi.

Selain itu, CTWA belt driver di grup penambangan batubara melebihi konsentrasi rata-rata tertimbang waktu yang diperbolehkan (PC-TWA = 2,5 mg/m³), sedangkan kelompok lainnya lebih rendah dari waktu rata-rata tertimbang konsentrasi yang diijinkan (PC-TWA = 2,5 mg/m³) dan kelipatan CSTEEL/PC-TWA (2,5 mg/m³), dan sebaran debu kelompok pertambangan batubara lebih besar dibandingkan dengan kelompok lainnya. Oleh karena itu, mungkin karena konsentrasi debu yang lebih tinggi, waktu paparan yang lebih lama dan dispersi debu yang lebih besar pada kelompok pertambangan batubara dibandingkan jenis pekerjaan lainnya, mengakibatkan cedera fungsi paru yang lebih serius dibandingkan jenis pekerjaan lainnya.

Persiapan batubara dan sistem transportasi pembatasan produksi permukaan, kecuali untuk hasil deteksi debu yang dipilih secara manual melebihi penyelidikan lapangan, ditemukan bahwa saluran masuk dari layar bergetar disegel, kurang dari 50 mm jatuh pada sabuk konveyor pengikis yang lebih rendah melalui penembakan, dan sabuk penyaringan manual, dan bagian yang tumpang tindih setengah tersegel. Karena ukuran vibr dapat dengan mudah dipisahkan dari antarmuka tumpang tindih semi tertutup, sehingga t pada layar klasifikasi batubara mentah melebihi batas.

Ekskavator bekerja untuk a di pelabuhan pembuangan blok batubara di layar. Ini adalah coa abu-abu 50 mm atau lebih unit memenuhi persyaratan kesehatan standar. Menurut hasil nd outlet dibagi menjadi dua. Batubara lebih dari 50 mm arang memasuki asi, bubuk batubara dengan partikel kecil hasil perhitungan jumlah debu batubara lama pada layar belt I yang dipilih secara manual. Jam kerja tiap shift m transfer produksi area kerja terowongan unit tambang bawah tanah, selain belt driver di area pertama terowongan, lapisan terowongan dengan pengikat baut dan pekerjaan excavator terpapar debu batu bara dan debu semen, staf dari tiga terowongan rahasia terowongan terkena konsentrasi debu batubara (H), dan sisa kepala pemuatan obeng, kepala pemuatan dan ikat pinggang

Konsentrasi batubara yang dihaluskan dari obeng melebihi nilai standar. Karena pekerjaan pemeliharaan yang berbeda dari setiap shift, debu batubara konsentrasi tingkat

pemeliharaan akan sangat berubah. Pada tahap pengujian ini difokuskan pada konsentrasi debu batu bara yang melebihi standar, kecuali konsentrasi debu semua jenis pekerjaan dalam kategori pemeliharaan. Menurut investigasi lapangan, selama proses tunneling terowongan, side, untuk membersihkan water curtain sepanjang aliran udara terowongan, dan untuk menyemprot dapat membasahi pahat. Debu batu bara dilepaskan dalam proses penyebaran batu bara. batang kepala tim produksi, konsentrasi rata-rata tertimbang waktu ke berbagai derajat.

Bahan kimia beracun yang sering ditemukan di tempat kerja tambang batubara antara lain Debu batubara yang mengandung bahan kimia berbahaya, yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada pekerja di tambang batubara. Bahan kimia berbahaya lainnya yang dapat ditemukan di tempat kerja tambang batubara, seperti logam berat. Pekerja di tambang batubara dapat terpapar bahan kimia berbahaya, seperti debu batubara, yang dapat menyebabkan keracunan, iritasi, dan alergi. Paparan bahan kimia berbahaya dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja di tambang batubara. Perlunya penggunaan alat pelindung diri (APD) yang memadai dalam bekerja dengan bahan kimia berbahaya di tambang batubara

Dalam bidang tambang batubara, perusahaan perlu memperhatikan bahan kimia beracun yang sering ditemukan di tempat kerja dan menerapkan langkah-langkah yang tepat untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan aman bagi pekerja. Hal ini meliputi penggunaan APD yang memadai, pengendalian risiko paparan bahan kimia berbahaya, serta pelatihan dan edukasi bagi pekerja mengenai bahaya kimia dan cara menghindari risiko kecelakaan kerja.

Cara menangani paparan bahan kimia beracun di tempat kerja tambang batubara berdasarkan hasil pencarian Menggunakan alat pelindung diri (APD) yang sesuai, seperti masker, kacamata pelindung, dan sarung tangan, untuk mengurangi risiko paparan bahan kimia berbahaya. Melakukan identifikasi bahaya dan penilaian risiko sebagai upaya pencegahan di tempat kerja, termasuk bahaya kimia yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti logam berat. Membaca dan memahami petunjuk penggunaan dan peringatan pada label bahan kimia sebelum menggunakannya, serta memperhatikan cara mengoleskan bahan kimia. Mengurangi risiko paparan bahan kimia berbahaya dengan mengaplikasikan bahan kimia yang aman dan memperhatikan cara penanganan limbah bahan kimia yang tepat. Melakukan pengawasan dan pengendalian terhadap bahan kimia yang digunakan di lingkungan kerja, seperti penggunaan bahan kimia yang aman dan penanganan limbah bahan kimia yang tepat. (Gonz 2022)

Dalam bidang tambang batubara, perusahaan perlu memperhatikan cara menangani paparan bahan kimia beracun di tempat kerja dan menerapkan langkah-langkah yang tepat untuk menciptakan lingkungan kerja yang sehat dan aman bagi pekerja. Hal ini

meliputi penggunaan APD yang memadai, pengendalian risiko paparan bahan kimia berbahaya, serta pelatihan dan edukasi bagi pekerja mengenai bahaya kimia dan cara menghindari risiko kecelakaan kerja.

KESIMPULAN

Berdasarkan pertanyaan penelitian maka dapat disimpulkan bahwa yang menjadi penyebab terjadinya kecelakaan kerja antara lain: kurangnya pengetahuan dan motivasi dalam penggunaan alat pelindung diri serta tidak melaksanakan prosedur, tidak menggunakan alat pelindung diri dan tidak adanya sosialisasi izin kerja. Faktor – Faktor seperti umur pekerja, pengalaman kerja tidak berkorelasi positif dengan kecelakaan kerja sedangkan lokasi kerja dan bagian tubuh berpengaruh terhadap penyebab terjadinya kecelakaan kerja. Faktor penilaian risiko menjadi faktor yang dapat dilakukan untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan kerja. Selain itu, diketahui bahwa banyak perusahaan yang sudah memprioritaskan masalah K3 terbukti dengan banyaknya penelitian yang dilakukan perusahaan untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja pada tenaga kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Carlson, Laura M et al. 2023. “Review Article A Systematic Evidence Map for the Evaluation of Noncancer Health Effects and Exposures to Polychlorinated Biphenyl Mixtures.” 220(September 2022).
- Colbourne, John K et al. 2022. “Toxicity by Descent : A Comparative Approach for Chemical Hazard Assessment.” 9(September).
- Darda, Aminu et al. 2023. “Heliyon Data Mining of the Essential Causes of Different Types of Fatal Construction Accidents.” 9(March 2022).
- Fan, Zhao, and Fanyu Xu. 2021. “Health Risks of Occupational Exposure to Toxic Chemicals in Coal Mine Workplaces Based on Risk Assessment Mathematical Model Based on Deep Learning.” *Environmental Technology and Innovation* 22: 101500. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2021.101500>.
- Gonz, C. 2022. “A Study of Situational Circumstances Related to Spain ’ s Occupational Accident Rates in the Metal Sector from 2009 to 2019.” 150.
- Hu, Guangji, Haroon R Mian, Kasun Hewage, and Rehan Sadiq. 2019. “An Integrated Hazard Screening and Indexing System for Hydraulic Fracturing Chemical Assessment.” *Process Safety and Environmental Protection* 130: 126–39. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2019.08.002>.
- Kwadwo, Ebenezer et al. 2022. “Heliyon Assessing the Knowledge and Practices of Occupational Safety and Health in the Artisanal and Small-Scale Gold Mining Sector of Ghana : A Case of Obuasi.” 8(July).
- Mondou, Matthieu et al. 2021. “Envisioning an International Validation Process for New Approach Methodologies in Chemical Hazard and Risk Assessment.” 4(February).
- Torres, Tiago, Raquel Ruivo, and Miguel Machado. 2021. “Science of the Total Environment

Epigenetic Biomarkers as Tools for Chemical Hazard Assessment : Gene Expression profile Using the Model *Danio Rerio*.” *Science of the Total Environment* 773: 144830. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144830>.

Vearrier, David et al. 2012. “Methamphetamine : History , Pathophysiology , Adverse Health Effects , Current Trends , and Hazards Associated with the Clandestine Manufacture of Methamphetamine.” *YMDA* 58(2): 38–89. <http://dx.doi.org/10.1016/j.disamonth.2011.09.004>.